Otázky k závěrečným zkouškám IWT a IWE

# Technologie svařování a svařovací zařízení

T1 Základní charakteristika svařování tavného a tlakového. Rozdělení svařování podle nosiče energie a podle stupně mechanizace. Metody svařování, terminologie, označování metod dle ČSN EN ISO 4063, polohy svařování dle normy ČSN EN ISO 6947.

**IWE**: Vysvětlete technologii svařování 112 a 114 dle ČSN EN ISO 4063.

T2 Plamenové svařování – princip metody, výhody, nevýhody, pracovní plyny, jejich vlastnosti, skladování a manipulace s nimi. Použití plamenového svařování.

**IWE:** Způsob výroby acetylenu a kyslíku.

T3 Kyslíko-acetylenový plamen – druhy plamene a jejich použití. Hořáky, přídavné materiály, svařovací technika vpřed a vzad. Typické problémy. Bezpečnost práce a zdravotní rizika při svařování plamenem.

**IWE:** Rovnice spalování kyslíko-acetylenového plamene.

T4 Základy elektrotechniky. Proud, napětí, elektrický odpor. Ohmův zákon, polarita a druhy proudu používané při svařování. Paralelní a sériové zapojení rezistorů. Bezpečnost práce a zdravotní rizika při svařování elektrickým obloukem.

**IWE:** Popište aktivní a pasivní prvky elektrických obvodů.

T5 Elektrický oblouk – vznik, rozdělení částí elektrického oblouku, rozložení napětí a teploty na oblouku, jeho vlastnosti při stejnosměrném a střídavém proudu, přenos kovu. Vliv magnetického pole, foukání oblouku a jeho omezení. Stabilita oblouku. Statická charakteristika oblouku.

**IWE:** Popište princip ionizace, disociace a rekombinace.

T6 Zdroje svařovacího proudu pro obloukové svařování – rozdělení podle druhu proudu. Statická charakteristika zdroje, její druhy a použití. Dynamická charakteristika zdroje.

**IWE:** Uveďte a vysvětlete rovnici normalizovaného průběhu napětí pro metody obloukového svařování 141 a 135 dle ČSN EN ISO 4063.

T7 Zdroje svařovacího proudu pro obloukové svařování – použití pro jednotlivé metody svařování, stabilita procesu, napětí naprázdno, pracovní bod, dovolený zatěžovatel. Regulace délky oblouku pomocí statické charakteristiky zdroje proudu.

**IWE:** Popište povinné údaje výkonových štítků svařovacích zdrojů podle ČSN EN 60 974-1.

T8 Principy svařování metodami MIG, MAG, WIG – principy metod, výhody, nevýhody, svařovací zařízení, ochranné plyny, přídavné materiály, příprava svarových ploch.

**IWE:** Popište způsob dezoxidace svarového kovu oceli u metody MAG.

T9 Svařování TIG (WIG) – princip, svařovací zařízení. Výhody, nevýhody, přídavné materiály,ochranné plyny a jejich značení. Svařovací hořáky a typy elektrod. Způsoby zapalování oblouku. Speciální způsoby svařování, typické problémy.

**IWE:** Vysvětlete princip čistícího účinku elektrického oblouku (a jeho intenzitu pro různé způsoby zapojení).

T10 Svařování MIG/MAG – princip, použití, výhody, nevýhody, způsoby přenosu kovu v oblouku, zdroje svařovacího proudu a jejich statická charakteristika, svařovací parametry, svařovací zařízení. Bezpečnost práce a zdravotní rizika. Typické problémy.

**IWE:** Zakreslete a popište průběh proudu a napětí v závislosti na čase, při zkratovém a sprchovém přenosu.

T11 Speciální modifikace technologie svařování MIG/MAG (CMT, CMT Advanced, STT, Rapid Melt, T.I.M.E, tandemové svařování, hybridní svařování). Principy, technologie, svařovací zařízení. Výhody a nevýhody použití.

**IWE:** Popište princip svařování do „úzké mezery.

T12 Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou – použití, výhody, nevýhody, přídavné materiály. Obal elektrod a jeho funkce, druhy a značení obalů, polarita. Skladování a sušení elektrod, typické problémy.

**IWE:** Popište chemické složení jednotlivých typů obalů.

T13 Zdroje svařovacího proudu pro ruční svařování obalenou elektrodou, statická charakteristika zdroje. Příprava svarových ploch. Polohy a technika svařování. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Definujte výkon navaření a výkon roztavení obalených elektrod.

T14 Svařování pod tavidlem, princip, výhody, nevýhody, zdroje svařovacího proudu, přídavné materiály a jejich značení, funkce tavidla, jeho skladování a sušení. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Vysvětlete význam indexu bazicity a způsob jeho výpočtu.

T15 Technika a technologie svařování pod tavidlem, vliv parametrů svařování, příprava svarových ploch. Navařování pod tavidlem. Parametry svařování. Kombinace drát- tavidlo. Typické problémy. Svařování do úzké mezery. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Vyjmenujte možné způsoby zvýšení produktivity vhodné pro svařování pod tavidlem.

T16 Svařování elektrickým odporem, charakteristika, rozdělení a principy metod odporového svařování, svařovací režimy a parametry, technologické zkoušky. Typické problémy.

**IWE:** Vysvětlete a matematicky popište způsob generování Joulova tepla.

T17 Svařovací stroje a zdroje svařovacího proudu pro svařování elektrickým odporem. Příprava spoje, monitorovací zařízení a řízení postupu svařování. Měření a speciální zkoušky, aplikace. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Vyjmenujte a popište způsoby ztrát vedení proudu při odporovém svařování.

T18 Tepelné dělení kyslíkem, vznik řezacího efektu, vhodné materiály, podmínky řezatelnosti, tepelné a chemické ovlivnění, používané plyny a jejich čistota, deformace při řezání, kvalita povrchu řezu. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Popište způsob kontroly tepelného ovlivnění řezu.

T19 Způsoby tepelného dělení materiálu mimo řezání kyslíkem – výhody, nevýhody, použití, emise škodlivin, kvalita povrchu řezu. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Popište způsob hodnocení kvality řezu podle ČSN EN ISO 9013.

T20 Speciální metody svařování s vysocekoncentrovanými zdroji energie (svařování laserem, svařování elektronovým svazkem, svařování plazmové). Základy procesů, zařízení, aplikace. Hlavní svařovací parametry. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Popište hodnoty vlnových délek u nejpoužívanějších průmyslových laserů a jejich vliv na absorbci záření.

T21 Svařování třením, třením s promíšením (FSW), svařování ultrazvukem. Základy procesů, zařízení, aplikace. Hlavní svařovací parametry. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Popište průběh součinitele tření u konvenčního třecího svařování.

T22 Svařování tlakem za studena, svařování difúzí, svařování výbuchem. Základy procesů, zařízení, aplikace. Hlavní svařovací parametry. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Uveďte vhodné typy výbušnin pro svařování výbuchem

T23 Svařování elektrostruskové, aluminotermické, vysokofrekvenční, přivařování svorníků. Základy procesů, zařízení, aplikace. Hlavní svařovací parametry. Běžné problémy. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Popište rozdíl (+ výhody a nevýhody) při navařování metodou ESW A SAW.

T24 Mechanizované, automatizované a robotizované svařování – charakteristika, použití, vybavení pracovišť s ohledem na typy svarů. Monitorování parametrů. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Vysvětlete pojem orbitální svařování a popište hlavní metody, které tento způsob svařování využívají.

T25 Tvrdé a měkké pájení. Teplotní interval tavení pájky, pracovní teplota pájení. Fyzikální základy pájení: povrchové napětí, smáčivost, roztékavost, kapilarita. Druhy spojů, zařízení pro pájení.

**IWE:** Popište závislost mezi kapilárním tlakem a schopností tekuté pájky vyplnit mezeru spoje

T26 Pájky a tavidla pro pájení, technologie pájení, použití, výhody a nevýhody. Typické problémy. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Vysvětlete důvody používání bezolovnatých pájek

T27 Svařování plastů – rozdělení materiálů, metody a postupy svařování, zařízení, návrh svarových spojů, použití. Typické problémy. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Vysvětlete pojem Index toku taveniny

T28 Přehled obvykle používaných technologií a popis hlavních principů spojování konstrukční keramiky a kompozitních materiálů. Vlastnosti materiálů, výhody a nevýhody konstrukční keramiky a konstrukčních kompozitů.

**IWE:** Vysvětlete význam druhu a orientace výztuže v kompozitní matrici.

T29 Navařování. Termické nástřiky. Rozdělení a popis jednotlivých metod, typy přídavných materiálů, účel použití, příprava povrchu, typické vady. Možnosti additivních technologií. Bezpečnost práce a zdravotní rizika.

**IWE:** Popište základní zkoušky na hodnocení povrchových vrstev

Materiály a jejich svařitelnost

M1 Typy krystalových mřížek. Poruchy mřížek a jejich vliv na chování kovů.

**IWE:** Hustota dislokací. Vliv hustoty dislokací na vlastnosti svarového spoje.

M2 Zpevňovací a odpevňovací pochody u monokrystalu a polykrystalu. Účinek hranic zrn. Mechanismy deformace.

**IWE:** Dislokační zpevnění.

M3 Základní typy binárních diagramů. Příklad tuhnutí libovolné taveniny, její krystalizace a překrystalizace.

**IWE:** Stupeň volnosti a pákové pravidlo.

M4 Rovnovážné a nerovnovážné přeměny. Rovnováha stabilní, nestabilní, metastabilní. Segregace, precipitace.

**IWE:** Dendritické odmíšení

M5 Rovnovážný diagram Fe – Fe3C. Popis jednotlivých fází a významných bodů a čar. Příklad tuhnutí libovolné oceli. Základní odlišnosti diagramu Fe – C a diagramu Fe – Fe3C.

**IWE:** Perlit - grafitický eutektoid, ledeburit – grafitické eutektikum.

M6 Diagramy ARA, IRA.Vliv slitinových prvků na ARA diagram. Diagramy in-situ. Rozpadové struktury austenitu.

**IWE:** Prvky karbidotvorné, austenitotvorné, feritotvorné.

M7 Výroba ocelí, postupy výroby, dezoxidace. Značení ocelí podle jejich použití a mechanických vlastností a na základě jejich chemického složení. Číselné označování.

**IWE:** Ocel neuklidněná a uklidněná, vhodnost pro svařování.

M8 Rozdělení litin, vliv legujících prvků na jejich vlastnosti a svařitelnost.

**IWE:** Fázový diagram Fe-C.

M9 Teplo vnesené do svaru. Teplotní pole, šíření tepla. Teplotní cyklus svařování, t8/5. Promíšení.

**IWE:** Vliv Q na vlastnosti svarových spojů.

M10 Tuhnutí svarové lázně. Tepelně ovlivněná oblast, její mikrostruktura a vlastnosti. Růst zrna, vztah velikost zrna – mez kluzu.

**IWE:** Vliv předehřevu.

M11 Trhliny za studena. Trhliny lamelární. Mechanismus vzniku. Oceli náchylné na tyto trhliny. Příčiny vzniku a opatření k zabránění jejich výskytu. Parametry a zkoušky náchylností. Uhlíkový ekvivalent.

**IWE:** Stanovení teploty předehřevu.

M12 Trhliny za horka. Žíhací trhliny. Mechanismus vzniku. Oceli náchylné na tyto trhliny. Příčiny vzniku a opatření k zabránění jejich výskytu. Parametry a zkoušky náchylností.

**IWE:** Vliv δ feritu na praskavost u austenitických ocelí.

M13 Lom houževnatý. Lom únavový. Mechanismus jejich vzniku v základním materiálu a ve svarovém spoji. Podmínky vzniku. Zabránění vzniku. Rozdíl mezi trhlinou a lomem. Fáze procesu porušování obecně.

**IWE:** Tranzitní teplota T50.

M14: Lom křehký. Lom při tečení. Mechanismus jejich vzniku v základním materiálu a ve svarovém spoji. Podmínky vzniku. Zabránění vzniku. Vliv prostředí na vznik porušení obecně. Mezní stav.

**IWE:** Lomová houževnatost materiálu.

M15 Tepelné zpracování svarových spojů. Přeměny ve struktuře při ohřevu materiálu. Žíhání ke snížení pnutí. Popouštění. Normalizační žíhání. Účel, technologický postup.

**IWE:** Rozpouštěcí žíhání austenitické oceli.

M16 Tepelné zpracování základních materiálů. Metalurgické přeměny materiálu při různém tepelném zpracování. Zušlechťování, rekrystalizační žíhání, precipitační vytvrzování. Účel, technologický postup. Normy ČSN EN ISO 17663 a ČSN EN ISO 13916

**IWE:** Martenzitické a bainitické kalení.

M17 Přehled a charakteristika konstrukčních (nelegovaných) ocelí. Jejich zařazení do skupin podle TNI CEN ISO/TR 15608. Uhlíkový ekvivalent CEV a CET podle ČSN EN 1011-2. Vliv uhlíku na mechanické vlastnosti. Svařitelnost C, C-Mn ocelí.

**IWE:** Poměr Re/Rm u uhlíkových ocelí.

M18 Mikrostruktura TOO a její vlastnosti u ocelí konstrukčních (nelegovaných). Vytvrzení v TOO ve vztahu k obsahu uhlíku a obsahu martenzitu. Nejvyšší přípustné hodnoty tvrdosti HV 10. Vhodné svařovací metody, přídavné materiály.

**IWE:** Výpočet Q pro obloukové metody svařování.

M19 Jemnozrnné oceli – princip zjemňování zrn. Vyráběné typy jemnozrnných ocelí, jejich vlastnosti a svařitelnost, přídavné materiály.

**IWE:** Mechanismy zpevnění mikrolegovaných jemnozrnných ocelí.

M20 Oceli pro snížené a kryogenní teploty. Svařování, přídavné materiály, problémy při svařování, požadavky na metalurgickou čistotu ocelí.

**IWE:** Vliv niklu na nízkoteplotní vlastnosti oceli.

M21 Nízkolegované žárupevné oceli. Odolnost proti tečení. Svařování, přídavné materiály, sekundární vytvrzování žárupevných ocelí.

**IWE:** Mez tečení, mez pevnosti při tečení.

M22 Vysokolegované oceli žáruvzdorné a žárupevné. Mechanismy žáruvzdornosti a žárupevnosti, vliv legujících prvků. Typy ocelí a jejich svařitelnost

**IWE:** Podstata zvýšení žáruvzdornosti ocelí.

M23 Koroze – typy koroze, princip vzniku koroze, korozní zkoušky. Mezikrystalová a důlková koroze.

**IWE:** Korozní únava, korozní praskání

M24 Korozivzdorné a žáruvzdorné oceli. Jejich rozdělení, charakteristika a vlastnosti. Diagram Schaefflerův, DeLongův a WRC-1992 diagram. Mechanismus odolnosti proti korozi a žáruvzdornosti. Vliv dusíku. Svařování korozivzdorných ocelí.

**IWE:** Struktura korozivzdorné oceli austenitické a duplexní.

M25 Korozivzdorné a žáruvzdorné oceli. Hlavní typy v systému Fe-Cr, Fe-Cr - Ni. Zkřehnutí 475°C, mezikrystalová koroze. Svařování korozivzdorných ocelí.

**IWE:** Struktura korozivzdorné oceli martenzitické a feritické.

M26 Opotřebení – typy, mechanismus vzniku, zkoušky. Možnosti zamezení nadměrného opotřebení.

**IWE:** Oceli odolné proti opotřebení.

M27 Ochranné vrstvy – plátování, návary, nástřiky. Použití. Svařování ocelí opatřených povrchovou úpravou.

**IWE:** Svařování plátovaných plechů.

M28 Litina a ocel na odlitky – přehled, porovnání s tvářenou ocelí, svařitelnost, metody a techniky svařování, přídavné materiály.

**IWE:** Mikrostruktura litin.

M29 Měď a její slitiny – přehled typů slitin, svařitelnost, používané technologie svařování a pájení, přídavné materiály, tepelné zpracování. Škodlivé prvky.

**IWE:** Vodíková nemoc, pájecí praskavost.

M30 Nikl a jeho slitiny – přehled, použití, svařitelnost a svařovací procesy, přídavné materiály. Problémy při svařování. Škodlivé prvky.

**IWE:** Vliv eutektika Ni-NiS na svařitelnost.

M31 Hliník a jeho slitiny – přehled, značení hliníku a jeho slitin podle ČSN EN 573-1,2. Použití, svařitelnost jednotlivých typů slitin a metody svařování. Vady svarových spojů.

**IWE:** Vytvrzování slitin hliníku.

M32 Ostatní neželezné kovy –Titan, Zirkon, Hořčík a jejich slitiny, typy slitin, vlastnosti a použití, svařitelnost a svařovací procesy. Problémy při svařování. Škodlivé prvky.

**IWE:** Popište polymorfní chování Titanu

M33 Princip spojování rozdílných materiálů a možné problémy při svařování. Použití diagramu podle Schaefflera při volbě přídavného materiálu. Promíšení ve svarovém spoji. Výběr metody svařování.

**IWE:** Stanovení velikosti promíšení. Možnosti jeho snižování.

M34 Problémy v mikrostruktuře svaru při provozu svarových spojů z rozdílných materiálů. Difúze uhlíku a legujících prvků. Intermediální fáze. Porušení strukturní stálosti. Aplikace nízkolegovaná – austenitická ocel.

**IWE:** Porovnání rozpustnosti a difúzní rychlosti uhlíku (vodíku) ve struktuře feritu a austenitu.

M35 Destruktivní zkoušky a jejich účel pro svařování. Hodnoty meze pevnosti, kluzu, tažnosti a kontrakce. Houževnatost vrubová a lomová.

**IWE:**. Měření tvrdosti ve svarových spojích.

M36 Metalografické zkoušky pro účely svařování. Příprava vzorků pro zkoušku makrostruktury a pro zkoušku mikrostruktury. Metodika zkoušení.

**IWE:** Naleptání makrostruktury svarového spoje pro umístění vrubu zkušební tyče pro zkoušku rázem v ohybu. Značení polohy vrubu podle ČSN EN ISO 9016.

## Konstrukce a navrhování svařovaných konstrukcí

K1 Volba základních a přídavných svařovacích materiálů při návrhu konstrukcí a dílů strojů z hlediska jejich namáhání. Uveďte a vysvětlete na konkrétním příkladu.

**IWE:** Příklad výpočtu jednoduchého svarového spoje.

K2 Základní teorie konstrukčních systémů. Vztah mezi vnějším zatížením a vnitřními silami. Rovnováha sil a momentů. Staticky určité a neurčité systémy.

**IWE**: Určení vnitřních sil a momentů jednoduchých staticky zatížených systémů.

K3 Základy pružnosti a pevnosti. Vztah mezi napětím a deformací. Modul pružnosti v tahu a smyku. Poissonovo číslo. Charakteristiky vlastností materiálu.

**IWE:** Určit hodnotu E v diagramu σ - ε.

K4 Napětí vznikající od vnitřních sil a momentů. Účinný průřez a účinný průřez svaru. Výpočet napětí. Přehled limitních napětí pro poškození houževnaté, křehké, únavové, creepem.

**IWE:** Příklad výpočtu nominálního napětí v průřezu.

K5 Návrh svarového spoje a svarových ploch. Typy svarů a spojů, příprava svarových ploch podle ČSN EN ISO 9692. Vliv materiálu, tloušťky a metody svařování na volbu svarových ploch.

**IWE**: Příklad návrhu svarového spoje pro oceli a slitiny Al.

K6 Zobrazování svarů a pájených spojů na výkresech, ČSN EN ISO 2553. Příklad označování včetně metody svařování, stupně kvality svarového spoje, polohy svařování a přídavného materiálu.

**IWE:** Příklad označení alternativního svaru podle normy ČSN EN ISO 2553.

K7 Základní typy konstrukcí (desková, rámová, příhradová atd.). Vrubový účinek a koncentrace napětí. Hlavní napětí, normalové a smykové napětí.

**IWE:** Konstrukce Mohrovy kružnice.

K8 Únavová pevnost, nízkocyklová a vysokocyklová únava, Wöhlerův diagram. Prostředky zvyšování meze únavy svarových spojů. Časová mez pevnosti.

**IWE:** Tepelná únava, únava za tepla, únava za tečení, únava za koroze.

K9 Návrh svařované konstrukce namáhané převážně statickým zatížením. Hlavní zásady návrhu, konstrukční detaily, příklady. Použití různých typů svarů podle typu spojení.

**IWE**: Charakterizovat napětí v příhradové konstrukci.

K10 Návrh svařované konstrukce namáhané cyklickým zatížením. Hlavní zásady návrhu, příklady aplikací. Vliv vrubů a vad svarů.

**IWE:** Pevnostní kontrola svarových spojů, dovolené napětí.

K11 Navrhování termodynamicky namáhaných konstrukcí, požadavky na vlastnosti materiálů, návrh svarových spojů. Návrh kotlů, tlakových nádob, přírub, potrubí. Příklady konstrukčních uzlů.

**IWE:** Rozdělení napětí ve válcové tlakové nádobě.

K12 Navrhování konstrukcí z hliníkových slitin. Materiály, vyráběné polotovary, volba typu svaru a metody svařování. Tuhost konstrukce.

**IWE:** Vztah modulu pružnosti v tahu a kvadratického momentu průřezu při návrhu nosníku z ocelí a ze slitin hliníku.

K13 Úvod do lomové mechaniky. Napěťový přístup stanovení odolnosti oceli proti křehkému porušení. Elastická lomová mechanika, využití. Základy elasticko plastické lomové mechaniky, využití. Kritická velikost vady, hodnota K IC.

**IWE:** zkouška KIC, σc , CTOD.

K14 Teplotní přístup stanovení odolnosti oceli proti křehkému porušení. Přechodová teplota. Zkouška rázem v ohybu, zkouška DWT.

**IWE:** Teplota T NDT.

K15 Konstrukční návrh svarových spojů z ocelí vyšších pevností. Volba základních a přídavných materiálů. Příklady výrobků. Výhody, nevýhody.

I**WE:** Za jakých podmínek lze při dynamickém namáhání použít ocel vyšší pevnosti?

K16 Stavební ocelové a hliníkové konstrukce. Třídy provedení EXC1 až EXC4. Doporučení pro volbu EXC dle ČSN EN 1090-2. Třídy následků, kategorie použitelnosti a výrobní kategorie.

**IWE**: Příklady konstrukcí s kvazistatickým zatížením a konstrukcí navrhovaných na únavu.

## Výroba a aplikované inženýrství

V1 Systémy řízení jakosti – pojem QMS, systémové normy kvality pro svařování – stupně kvality pro tavné svařování kovových materiálů, požadavky ČSN EN ISO 3834 na dokumenty, personál a vybavení.

**IWE**: Postup certifikace dle ČSN EN ISO 3834.

V2 Požadavky na kvalifikaci výrobce svařovaných konstrukcí, příklady výrobkových norem a předpisů pro vybrané skupiny výrobků-, např. ocelové konstrukce, kolejová vozidla, apod.

**IWE**: Základní požadavky normy ČSN EN 15085 a ČSN EN 1090-2.

V3 Svářečský dozor –úkoly a odpovědnosti ČSN EN ISO 14731, základní činnosti při zajištění procesu svařování, požadavky výrobkových norem, potřebná kvalifikace.

**IWE**: Příklady specifických požadavků výrobkových norem na svářečský dozor.

V4 Požadavky na kvalifikaci svářečů a operátorů podle ČSN EN ISO 9606, ČSN EN ISO 14732, vyššího svářečského personálu. Úrovně kvalifikace a podmínky získání oprávnění a certifikace.

**IWE**: Příklady specifických požadavků na svářeče pro oblast svařování železničních kolejových vozidel.

V5 Přídavné materiály pro různé metody svařování – příklady značení, skladování, dokumenty kontroly dle ČSN EN 10204, zajištění identifikace a použití ve výrobě. Materiály vyžadující sušení.

**IWE**: Příklady požadavků výrobkových norem na dokument kontroly přídavných materiálů.

V6 Plyny používané v procesu svařování a tepelného dělení – druhy, možnosti zajištění dodávek, vlastnosti, vliv na kvalitu svarů a tepelných řezů. Předpisy z hlediska BP a PO.

**IWE:** Způsoby výroby ochranných plynů a značení jejich čistoty. Způsoby dodávání ochranných plynů.

V7 Deformace a pnutí při svařování – důvody vzniku napěťově deformačního účinku, rozdělení deformací, způsoby eliminace deformací, rozdělení pnutí vznikajících při svařování, způsoby eliminace pnutí.

**IWE:** Využití simulačních programů pro predikci deformací a pnutí při svařování.

V8 Polohovadla, přípravky, zařízení pro předehřev, měření a monitorování. Konstrukce přípravků, evidence, ověřování.

**IWE:** Způsob měření teploty interpass.

V9 Ochrana zdraví při svařování – základní rizika podle metod svařování. Bezpečnostní normy pro svařování a tepelné dělení, vyhláška č.87/2000 Sb. Specifické požadavky pro svařování se zvýšeným nebezpečím. Požadavky vyhlášky č.79/2013 Sb. na organizaci zdravotních prohlídek.

**IWE:** vysvětlete zkratky PEL, NPK-P.

V10 Svařování na montážích – používané technologie svařování, pracovní podmínky a opatření k provedení kvalitního svarového spoje, zajištění BP a PO, mimořádná opatření při práci ve výškách.

**IWE:** Značení montážních svarů na výkresech.

V11 Přístroje, zařízení a pomůcky pro měření proměnných při svařování. Možnosti monitorování a zajištění dokumentace pro monitorování a identifikaci. Kalibrace, verifikace a validace zařízení a měřidel používaných při svařování.

**IWE:** Požadavky normy ČSN EN ISO 17662.

V12 Nedestruktivní zkoušení (NDT) svarových spojů – základní metody a principy. Kvalifikace personálu pro NDT podle ČSN EN ISO 9712.

**IWE:** Obecná pravidla pro sestavení návodky a protokolu z NDT zkoušek.

V13 Nedestruktivní metody kontroly pro zjišťování povrchových vad svarových spojů - …….. VT, PT, MT. Princip, rozdělení a použití metod, výhody a nevýhody jednotlivých metod a jejich porovnání.

**IWE:** Vysvětlete vzájemnou vazbu mezi stupni kvality a stupni přípustnosti.

V14 Nedestruktivní metody kontroly pro zjišťování vnitřních vad svarových spojů – RT, UT. Princip, rozdělení a použití metod, výhody a nevýhody jednotlivých metod a jejich porovnání.

**IWE:** Vysvětlete vzájemnou vazbu mezi stupni kvality a stupni přípustnosti.

V15 Zajišťování, zkoušení a hodnocení kvality v průběhu výroby a kvality svarů na hotových svařencích. Instrukce, návodky, záznamy a protokoly při NDT hodnocení svarů. Zdravotní a bezpečnostní podmínky a rizika pro některé vybrané metody NDT.

**IWE:** Časová prodleva NDT zkoušek.

V16 Ekonomika – analýza nákladů na svařování, náklady na práci, svařovací spotřební materiál, zařízení a energii. Příklady možností zvýšení produktivity a zajištění úspor při svařování.

**IWE:** Nejčastější konstrukční chyby při návrhu svařenců z ekonomického hlediska.

V17 Opravy vad, renovace svařováním a navařováním. Příklady aplikací s vhodnou volbou používaných technologií svařování.

**IWE:** Tepelné zpracování po opravách a navařování.

V18 Hodnocení kvality svarových spojů - příklady vad podle ČSN EN ISO 6520-1,2 a určování mezních hodnot pro jednotlivé stupně kvality podle ČSN EN ISO 5817, ČSN EN ISO 10042.

**IWE:** Hodnocení vad podle ČSN EN ISO 13919-1,2.

V19 Svařovací zdroje – základní druhy a rozdělení podle metod svařování. Plánování a provádění údržby jako jeden z prvků systémových požadavků na svařování, povinnosti svářečů.

**IWE:** Revize svařovacích zdrojů podle ČSN EN ISO 60974-4.

V20 Nákup a kontrola kvality nakupovaných základních materiálů. Vstupní kontrola, podmínky skladování, identifikace a sledovatelnost, dokumenty kontroly podle ČSN EN 10204. Specifické podmínky pro skladování výrobků z korozivzdorných ocelí a slitin hliníku.

**IWE**: Příklady požadavků výrobkových norem na dokument kontroly základních materiálů

V21 Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů-pojmy pWPS, WPS, WPQR, jejich obsah a příklady. Způsoby kvalifikace svařovacích postupů podle ČSN EN ISO, základní a doplňkové proměnné, rozsahy kvalifikace.

**IWE:** Požadované zkoušky (NDT i DZ) pro kvalifikaci postupu svařování dle ČSN EN ISO 15614-1.

V22 Betonářské oceli – druhy ocelí a jejich značení, základní druhy spojů, příklady a volba používaných technologií. Požadavky na kvalifikaci personálu.

**IWE:** Rozdíl mezi nosnými a nenosnými svarovými spoji, ČSN EN ISO 17660.